

地球物理勘查技术在矿山深部找矿中的应用

田鹏飞

甘肃煤田地质局一四九队, 甘肃 兰州 730020

摘要: 随着矿产资源开采的深入, 传统的勘探方法面临着诸多挑战, 如探测深度限制、成本增加和环境影响等。地球物理勘查技术, 通过高效地探测和分析地下结构, 为深部矿产资源的发现和开采提供了有效的手段。这些技术不仅能够精确地定位和评估矿床, 还能够在减少环境破坏的同时, 提高资源开采的效率和安全性。该文将探讨地球物理勘查技术在深部找矿中的具体应用, 以及这些技术如何帮助克服传统勘探方法的限制, 为矿山深部找矿提供了新的视角和方法。

关键词: 地球物理勘查技术; 矿山; 深部找矿; 应用

中图分类号: P631

文献标识码: A

文章编号: 1002-5065(2024)21-0079-3

Application of Geophysical Exploration Technology in Deep Mining Exploration

TIAN Peng-fei

149th Team of Gansu Coalfield Geological Bureau, Lanzhou 730020, China

Abstract: With the deepening of mineral resource exploitation, traditional exploration methods are facing many challenges, such as limited exploration depth, increased costs, and environmental impacts. Geophysical exploration technology provides effective means for the discovery and exploitation of deep mineral resources through efficient detection and analysis of underground structures. These technologies can not only accurately locate and evaluate mineral deposits, but also improve the efficiency and safety of resource extraction while reducing environmental damage. This article will explore the specific applications of geophysical exploration techniques in deep mineral exploration, and how these techniques can help overcome the limitations of traditional exploration methods, providing new perspectives and methods for deep mineral exploration in mines.

Keywords: geophysical exploration technology; Mining; Deep mineral exploration; application

地球物理勘查技术在矿山深部找矿中的应用是现代矿业的一个重要方面, 它涵盖了多种技术如地震、电磁、重力和磁性勘探等。这些技术利用地球物理场的变化来探测地下结构和矿产资源。在深部找矿的应用中, 这些方法能够提供关于地下岩层、矿床形态和分布的关键信息。地震勘探技术通过分析地震波的传播揭示地下结构; 电磁方法有效于寻找导电性矿物; 重力勘探通过测量重力场变化探测矿床; 而磁性勘探依赖于地磁场的变化来定位磁性矿物。这些技术的综合运用大大提高了深部矿床的探测效率和准确性, 为矿业发展提供了强大的技术支持。

1 地球物理勘查技术的优势

1.1 高效率 and 广覆盖

地球物理勘查技术之所以在现代矿产资源勘探和地质研究中占据重要地位, 很大程度上得益于其高效率 and 广覆盖的特性。这种技术能够快速地对大面积区域进行深入探测, 从而大幅减少了传统勘探所需的时间和劳力。例如, 利用地

震波或电磁波的技术, 可在几天甚至几小时内收集到覆盖数千平方公里的地下数据, 而传统的钻探方法可能需要数周或数月才能达到同样的覆盖范围。此外, 这些技术在数据采集的过程中几乎不受地形和地表条件的限制, 可以有效探测到偏远、崎岖或其他难以接触的区域。通过地球物理勘查技术, 矿产开发者和地质学家能够迅速定位地下资源, 快速识别潜在的开采区域, 从而有效提高资源勘探和开发的效率。这种技术的高效率和广覆盖能力不仅节省了成本和时间, 也为地质研究提供了更广阔的视野, 加速了对地球内部结构和过程的理解。

1.2 多样性和灵活性

地球物理勘查技术的多样性和灵活性是其最显著的优势之一, 这使得它能够适应各种复杂和多变的地质环境。这些技术包括地震、电磁、重力和磁性勘查等, 每种都有其独特的探测机制和优势。例如, 地震勘探能够提供深层地下结构的详细信息, 而电磁方法则特别适用于探测导电性矿物。重力勘探有助于揭示地下密度异常, 磁性勘查则能检测到地下岩石的磁性变化。这种多样性使得科学家和工程师可以根据具体的勘探目标和地质条件选择最合适的方法。此外, 地球物理勘查技术的灵活性还表现在其可用于各种规模的探测, 从小型详细调查到大区域的地质勘探都能适应。它们还能够不同阶段的勘探中发挥作用, 既可以用于初步的地质调查, 也能用于后期的详细勘探。这种多样性和灵活性大大提高了地球物理勘查技术的实用性, 确保了其在面对不断变

收稿日期: 2024-09

作者简介: 田鹏飞, 男, 生于1992年, 甘肃天水人, 本科, 工程师, 研究方向: 电磁类方法物探。

化和发展的地质科学领域中保持其关键地位。通过合理选择和组合不同的地球物理方法,可更有效地解决复杂的地质问题,提高勘探的准确性和效率^[1]。

1.3 降低探测成本

地球物理勘查技术在降低探测成本方面展现了显著优势,这主要归功于其非侵入性、高效率和能够提供大范围详细数据的特点。与传统的钻探等物理勘探方法相比,地球物理勘查技术无需进行大规模的地表挖掘或钻孔,从而显著降低了对地表的破坏和相关的环境修复成本。同时,这种技术能够迅速覆盖大面积区域,收集关于地下结构的信息,因此,相比于耗时耗力的传统方法,它能够在更短的时间内完成更多的工作,大幅减少了人力和时间成本。此外,地球物理勘查技术的数据处理和解析能力也有助于减少不必要的实地勘探,通过预先分析得到的数据,能够更精确地定位到有潜力的勘探区域,避免在缺乏前景的地区浪费资源。在长期的勘探和开采过程中,这种精确定位和预测能力意味着更少的探测尝试和更高的成功率,从而在整个项目周期内降低了成本。

2 矿山深部找矿面临的挑战

2.1 钻探和采矿难度大

矿山深部找矿在钻探和采矿面临的挑战,主要源于深部地下环境的复杂性和严酷条件。随着深度的增加,地质条件变得越发复杂,矿工和工程师需要钻透更坚硬和更不稳定的岩石层,这不仅增加了钻探的难度,也提高了成本。深部岩石的硬度和密度通常比地表更高,这要求使用更强大、更耐用的钻探设备和技术。同时,深部环境中的高温、高压以及可能存在的有毒气体,对设备的性能和操作安全提出了更高的要求。此外,深部采矿还必须考虑到复杂的地质构造,如断层和裂缝,这些因素可能影响矿床的稳定性和采矿的安全性。随着深度的增加,矿床的准确定位也变得更加困难,这增加了找矿的不确定性和风险。因此,深部找矿不仅需要更高级的技术和设备,还需要更精密的工程规划和风险管理,以确保作业的安全和经济效益^[2]。这些挑战使得深部矿山的钻探和采矿成为一项技术和物力上极具挑战性的工作,需要综合考虑地质、工程、环境和经济因素。

2.2 高成本和风险

随着勘探和开采活动向更深层地区扩展,所需的技术和设备变得更为复杂和昂贵。深部钻探和采矿需要特殊的重型设备,能够承受极端的地下条件,如高温、高压和潜在的有毒气体。此外,维持深部矿山的安全运行需要高级的通风和冷却系统,以及复杂的监控和控制技术,这些都显著增加了运营成本。除了直接的财务成本之外,深部矿山的风险也相对更高。深部地下环境的不确定性,如未预见的地质结构、岩石稳定性问题和自然灾害(如地震和水害)的风险,都可

能导致重大的安全事故。这种风险不仅影响矿工的生命安全,也可能导致巨额的经济损失和环境破坏。因此,深部找矿的成本和风险管理成为了勘探和开采项目的关键环节。在制定深部矿山的开发计划时,必须进行全面的风险评估和经济分析,以确保项目的可行性和持续性。这些挑战要求矿业公司投入大量的资源进行科技创新,以提高安全性和效率,同时降低风险和成本。

2.3 环境与安全问题

在矿山深部找矿过程中,环境与安全问题构成了一项重大挑战。随着勘探和开采活动深入地下,矿工们必须面对更加严酷和危险的工作环境。深部地下的高温是一个主要问题,因为地温随深度增加而升高,这会导致设备过热和工作条件恶劣。此外,深部矿山常常伴随着高压环境,这增加了岩石突然爆裂的风险,对矿工的安全构成威胁。地下作业还可能遇到有毒气体或不稳定的地质结构,这些都需要通过有效的通风、监控和应急响应措施来管理。环境问题也是深部找矿中不可忽视的挑战。深层开采可能影响地下水系统,造成水资源污染或枯竭,同时还可能引发地面沉降和其他地质灾害。因此,进行深部找矿活动时,不仅需要采用高效的安全技术和严格的操作程序,还必须考虑其对环境的长期影响。环境保护和矿工安全是矿业可持续发展的关键,这要求矿业公司不断创新技术,提高安全标准,并采取有效措施减少环境影响,以应对深部找矿中的这些挑战。

3 地球物理勘查技术在矿山深部找矿中的具体应用

3.1 地震勘探技术的应用

在矿山深部找矿中,地震勘探技术的应用至关重要。这项技术通过分析地震波在地下结构中的传播特性来探测地质情况,特别适用于揭示深层地质结构和识别潜在的矿床。地震勘探通常涉及在地面或地下产生人工地震波,然后通过地震仪阵列记录这些波在地下的反射、折射和散射情况。通过对这些数据的精密分析,可以构建出地下不同深度的地质剖面图。在深部找矿的应用中,地震勘探帮助确定岩层的分布、断层的位置和矿体的大致范围。尤其在寻找深层油气、金属矿等资源时,这项技术能够提供关键信息,如矿床的深度、规模和形态。为了提高地震数据的分辨率和准确性,现代地震勘探技术经常采用三维地震测量和多种地震信号处理技术,如地震层析成像和反射地震学。这些高级技术可以更精确地映射深部地下的复杂结构,使找矿工作更为高效和准确。然而,地震勘探的成功在很大程度上取决于对地震数据的正确解释,这需要专业知识和经验。

3.2 电磁方法的应用

在矿山深部找矿的过程中,电磁方法的应用展现了其独特的优势。这种技术依赖于地下电磁场的变化来探测矿物资源,尤其适用于寻找导电性矿物,如铜、铅和锌等金属矿



图1 地质勘探技术原理

物。电磁方法通过测量地表或地下电磁场的响应来探测地下结构,能够提供关于矿体深度、形状和分布的重要信息。在深部矿山勘查中,电磁方法的一个关键应用策略是使用时间域或频率域的电磁测量技术。时间域电磁测量(TEM)通过分析地下电磁场随时间变化的响应,而频率域电磁测量(FEM)则侧重于不同频率下电磁场的反应^[3]。这些技术可以深入地下数百米,甚至更深,提供关于深层矿床的详细信息。电磁勘探在实际应用中通常与其他地球物理方法结合使用,以增强勘探结果的准确性和可靠性。例如,电磁数据可以与地震或重力测量的数据结合,以获得更全面的地下视图。这种多方法综合应用在处理地下复杂结构时尤为有效。电磁勘探的成功依赖于对收集到的数据进行精确的处理和解释。随着技术的发展,数据处理软件和算法不断进步,使得地下电磁特性的解析更为精细,进而提高了矿床定位的准确性。尽管电磁方法在深部矿山勘查中极为有效,但正确解释数据并识别地质异常仍需依靠经验丰富的地质学家和地球物理学家的专业知识,以确保勘探结果的精确性和可行性。

3.3 磁性勘探的应用

磁性勘探技术在矿山深部找矿中扮演着重要角色,特别是在寻找含铁矿石等磁性矿物时。这种方法基于地磁场的局部变化来识别地下矿物资源。磁性勘探的基本原理是测量地表或空中的地磁场强度,分析其异常值来推断地下磁性矿物的存在和分布。在深部矿山勘查中,磁性勘探技术通常用于初步识别潜在的矿床区域,为后续更详细的地球物理或地质勘探提供指导。在实际应用中,磁性勘探可以与其他地球物理方法结合,如电磁和地震勘探,以获得更全面的地质信息。例如,磁性异常可能指示矿物的存在,而电磁和地震数据则可以进一步确定矿物的类型、深度和规模^[4]。磁性勘探的关键在于对磁性数据的精确测量和专业的解释。随着技术的发展,磁性勘探设备变得更加灵敏和精确,能够探测更细微的地磁场变化。此外,地球物理学家通过利用先进的数据处理和地质建模技术,能够更准确地解释这些磁性异常,提高找

矿的成功率。磁性勘探在深部找矿中的应用不仅高效且成本相对较低,但需要注意的是,地磁场数据的解析可能受到地表构造和文化干扰的影响,这就需要专业知识来正确区分地质信号和非地质干扰。因此,虽然磁性勘探是一个强大的工具,但它通常作为综合地球物理勘探策略的一部分,与其他技术协同使用,以达到最佳的勘探效果。

3.4 重力勘探的应用

重力勘探技术在矿山深部找矿中的应用是基于其能够探测地下岩石密度差异的独特能力。这项技术通过测量地球重力场的微小变化来揭示地下结构,尤其适用于探测密度较大的矿物质,如金矿和其他重金属矿床。在深部找矿中,重力勘探可以帮助识别地下的密度异常区域,这些区域往往与矿物富集区相关。通过精确测量重力数据并将其与地质模型相结合,矿业工程师能够构建出地下岩层的三维图像,从而指导深部钻探和开采活动。重力勘探在实际操作中往往需要采用精密的仪器和精细的测量技巧,以确保数据的准确性^[5]。由于地下岩石的密度差异相对较小,因此对仪器的灵敏度和数据处理的精度要求极高。在处理重力数据时,通常需要去除由于地表地形和其他非地质因素造成的重力影响,以提取与地下岩石密度变化相关的信号。重力勘探通常与其他地球物理方法如地震和电磁勘探结合使用,以获得更全面的地下信息。通过综合不同来源的数据,可以更准确地定位和评估矿床的位置和规模。例如,重力数据可以用于粗略定位矿床,而地震和电磁数据则可提供更详细的地下结构信息。

4 总结

综上所述,地球物理勘查技术在矿山深部找矿中的应用展示了其在现代矿业中的重要性。这些技术不仅提高了探测深度和精度,还显著降低了勘探成本 and 环境影响。通过综合运用地震、电磁、重力和磁性勘探等方法,矿业工程师能够更准确地评估和利用深层矿产资源。未来,这些技术的进一步创新和优化将为矿业探索带来更多的可能性,为全球矿产资源的开发和利用提供强有力的技术支撑。^[6]

参考文献

- [1] 常振宇.地球物理勘查技术在矿山深部找矿中的应用[J].世界有色金属,2022,(17):58-60.
- [2] 李闪.三维地球物理勘探技术在隐伏矿产勘查中的应用研究[J].世界有色金属,2023,(17):103-105.
- [3] 刘晓斐.物探技术在地质找矿与资源勘查中的应用方法研究[J].世界有色金属,2023,(14):63-65.
- [4] 李顺利,王俊星,杜好胜.地球物理勘查技术的发展与应用研究[J].广西物理,2023,44(02):18-20.
- [5] 李顺利,王俊星,杜好胜.地球物理勘查技术的发展与应用研究[J].广西物理,2023,44(02):18-20.